

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE (19)
INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE



المملكة المغربية

المكتب المغربي
للملكية الصناعية والتجارية

(12) BREVET D'INVENTION

(11) N° de publication :
MA 41225 A1

(51) Cl. internationale :
G01R 13/00

(43) Date de publication :
30.04.2019

(21) N° Dépôt :
41225

(22) Date de Dépôt :
28.09.2017

(71) Demandeur(s) :
Université Internationale de RABAT, Parc Technopolis Rabat-Shore, Campus universitaire UIR, Rocade Rabat-Salé, Sala El Jadida, 11100 SALA EL JADIDA (MA)

(72) Inventeur(s) :
Bouya Mohsine ; El Ghazi Hassan ; Ahouzi Esmail ; Ben Maissa Yann

(74) Mandataire :
Bouya Mohsine

(54) Titre : **Système de monitoring du spectre radiofréquence**

(57) Abrégé : Il s'agit d'un système de monitoring du spectre radiofréquence, qui devra en effet, allier la souplesse de la technologie radio-logicielle à l'ergonomie d'une interface Web, pour offrir une plateforme à l'usage simple et intuitif pour l'administrateur.

Mémoire descriptif du brevet d'invention intitulé

**SYSTEME EMBARQUE POUR LA SURVEILLANCE DU
SPECTRE DE FREQUENCES TELECOMS**

Abrégé de l'invention

- [1] Il s'agit d'un système de monitoring du spectre radiofréquence, qui devra en effet, allier la souplesse de la technologie radio-logicielle à l'ergonomie d'une interface Web, pour offrir une plateforme à l'usage simple et intuitif pour l'administrateur.

Revendications

- [1] **1.** Système de monitoring du spectre radiofréquence qui comprend un équipement radio logiciel RTL-SDR, une carte Raspberry Pi et un poste client pour se connecter au système et sur lequel seront affichées les données une fois traitées
- [2] **2.** Système de monitoring du spectre radiofréquence selon la revendication 1 caractérisé par un module d'acquisition des données et traitement de signal, un module serveur web, un module de transfert de données, un module serveur de base de données et un module d'automatisation des processus
- [3] **3.** Système de monitoring du spectre radiofréquence selon la revendication 1 caractérisé par trois modes de fonctionnement ; un mode en temps réel, un mode reporting et un mode pseudo temps réel
- [4] **4.** Système de monitoring du spectre radiofréquence selon la revendication 1 caractérisé par une interface Web administré et accessible à travers le réseau IP permettant ainsi d'afficher les résultats.

Secteur de la technologie

- [1] La présente invention se réfère au domaine des télécom, plus particulièrement les technologies radiofréquence. Son application est destinée principalement pour le monitoring du spectre radiofréquence
- [2] L'objet de cette invention est un système de monitoring du spectre radiofréquence. La particularité de ce système réside dans l'approche utilisée, qui consiste à allier la technologie radio-logicielle aux technologies web, pour construire un système embarqué dans un nano ordinateur, en l'occurrence la carte Raspberry Pi.

Contexte l'invention

- [3] Actuellement, Il existe déjà de très performants et de très évolués équipements destinés au contrôle du spectre. Nous pouvons par exemple citer le groupe allemand ROHDE & SCHWARZ qui propose une large gamme de produits pour le contrôle du spectre. Cependant, le coût de ces équipements est généralement très élevé, et les fonctionnalités sont souvent bien au-delà du strict nécessaire.
- [4] Nous apportons une solution, avec un certain nombre de fonctionnalités similaires, qui soit de coût très raisonnable. Il s'agit en effet d'un outil de surveillance du spectre développé à partir de matériel relativement abordable.

Description de l'invention

- [5] L'architecture initiale du système de monitoring comportait essentiellement un équipement radio logiciel, une carte Raspberry Pi (1) et un poste client pour se connecter au système et sur lequel seront affichées les données une fois traitées. L'acquisition des données, sous formes de signaux radio fréquences, se fait avec l'équipement radio logiciel et la partie traitement de signal se fait à travers des scripts tournant sur la carte Raspberry (1) qui fait office de serveur. La connexion au serveur est possible, à partir du poste client, grâce à son adresse IP (2) connue et un numéro de port.
- [6] Comme équipement radio logiciel nous utilisons deux solutions : l'une consiste au RTL SDR (1) et l'autre à l'USRP-2920. Il y'a deux cas de figure correspondant chacun à l'utilisation soit de l'USRP soit du RTL-SDR (1), avec un fonctionnement globalement similaire.

[7] Cas de l'utilisation du RTL-SDR

Pour ce cas précis, il suffit de brancher directement le RTL-SDR (1) sur un des ports USB du Raspberry (1) et s'assurer que l'antenne de réception est bien mise en place. Tout le reste du processus se fera de manière logicielle comme explicité en architecture logicielle.

[8] Cas de l'utilisation de l'USRP

Dans ce cas un problème d'adaptation se pose : en effet l'USRP 2920 communique à travers un port Gigabit Ethernet (de par sa construction) alors que le Raspberry (1) n'en dispose pas. Il s'avère donc nécessaire de passer par un adaptateur Gigabit Ethernet/USB afin de contourner le problème. Il est à noter aussi que l'USRP est alimenté à partir du secteur.

L'architecture logicielle regroupe l'ensemble des composantes logicielles concourant au fonctionnement du système de monitoring. Elle va donc de l'acquisition des données à leur affichage en passant par les différentes phases de traitement et de mise en forme. Ces différentes phases peuvent être regroupées en différents modules ou blocs fonctionnels :

- Module d'acquisition des données et traitement de signal

Ce module désigne les scripts tournant sur le Raspberry (1) et concourant au processus d'acquisition et traitement des signaux. Il permet de récupérer les échantillons du signal puis de déterminer le spectre du signal par transformée de Fourier rapide- FFT et calculer la puissance.

- Module serveur web

Le serveur web utilisé est Django1.10, Framework Python orienté web, installé au niveau du poste serveur afin d'alléger la charge du Raspberry (1). C'est lui qui répond aux requêtes du poste client en lui envoyant les pages HTML demandées.

D'autre part, pour fournir les données au client, des scripts JavaScript tournant sur Node.js, `server_freq.js` et `server_time.js`, récupèrent les données de `realtimemonitoring.py` pour les mettre directement à la disposition du client en temps réel.

- Modules de transfert de données

Le transfert des données se fait de façon différente selon le mode de fonctionnement et donc des exigences propres à chaque mode. Ce transfert se fait souvent à travers des sockets : sockets UDP, sockets IO, créés par les différents scripts selon les différents modes de fonctionnement (Temps réel, reporting, pseudo temps réel).

- Module serveur de base de données

Ce module est constitué de deux scripts destinés à assurer l'interaction des autres modules avec la base de données. Il s'agit d'un script Python `heatmap.py` et d'un script Shell import-SQL qui fonctionnent de manière complémentaire.

- Module d'automatisation des processus

C'est le script Shell `shell_raspberry.sh` constitué d'un ensemble de commandes destinées à automatiser le fonctionnement du Raspberry Pi (1), déchargeant ainsi l'administrateur de cette tâche. Il écoute les requêtes provenant du serveur à

travers un socket. Il exécute et stoppe les scripts nécessaires de manière à lancer la fonctionnalité souhaitée par l'utilisateur.

- [9] Le fonctionnement du système de monitoring implique une interaction plus ou moins complexe entre les différents modules évoqués précédemment.

Mode de fonctionnement en temps réel

Pour le fonctionnement en temps réel deux domaines de fonctionnement sont encore à distinguer : Le domaine temporel et le domaine fréquentiel.

Le domaine temporel : Dans ce cas précis de son fonctionnement le système permet d'afficher les variations de l'amplitude du signal reçu en fonction du temps. Le principe de fonctionnement est le suivant :

Le script `realtimemonitoring.py` assure la réception des données et le traitement du signal puis les transmet via un socket UDP au script `server_time.js` qui les transfère en temps réel au client à travers un `socket.io`. D'un autre côté, le serveur web Django envoie, en réponse aux requêtes HTTP du client la page web correspondant à l'interface de monitoring temporel. Le client peut donc afficher les résultats sur l'interface.

Le domaine fréquentiel : Pour ce qui est de ce mode, le système va afficher le spectre du signal ainsi que son spectrogramme, indiquant la puissance en fonction de la fréquence selon le principe suivant :

Le script `realtimemonitoring.py` reçoit et traite les signaux comme précédemment puis transfère les résultats via socket UDP au script `server_freq.js` qui, à son tour les envoie au client web via `socket.io`.

D'autre part, le serveur web envoie la page web correspondant à l'interface de monitoring spectral et le client peut y afficher les résultats (par le script JavaScript de la page HTML).

Mode de fonctionnement pseudo temps réel

Pour ce mode de fonctionnement le système va permettre de surveiller une bande de fréquence beaucoup plus large que dans le cas du véritable temps réel au détriment d'une certaine latence. Le principe est le suivant :

Le script `rtl_power` scanne la bande de fréquences et stocke les données dans un fichier csv. Par la suite, le script `sendcsv.js` transfère le contenu du fichier csv issu de chacun des balayages de la bande au client web qui peut alors les afficher.

Mode de fonctionnement reporting

Dans ce mode de fonctionnement l'utilisateur lance une surveillance en reporting d'une bande de fréquences donnée et peut, après que le temps fixé soit écoulé, en observer les résultats. Le principe est le suivant :

Les données sont reçues et traitées par le script `rtl_power` qui en produit un fichier `csv`. Ce fichier est alors compressé afin de réduire sa taille (de près de deux tiers) et faciliter le transfert. Ce fichier est alors envoyé au serveur de base de données par le script `ftp_client.sh` où il sera récupéré par le script `import_SQL`. Il faudra préciser au script `ftp_client.sh` l'adresse IP du serveur (HOST), le nom d'utilisateur (LOGIN) et le mot de passe (PASSWORD) afin de pouvoir établir la connexion avec le serveur ftp (`vsftpd`).

Le script `import_SQL` fait alors appel au script `heatmap.py` pour générer le spectrogramme correspondant. A travers ce même script les spectrogrammes sont stockés dans un dossier spécial « waterfall » et les attributs stockés dans la table `waterfall_images`. D'autre part, le contenu du fichier `csv` est stocké dans la table `reporting_table` (sous forme attribut + valeur) de la base de données de reporting `reporting_database`. De même, le contenu correspondant aux cas d'anomalies est stocké dans la table `alarm_table` de la base de données d'alarmes `alarm_database` dans le cas où les alarmes sont activées. Une anomalie peut correspondre par exemple à une fréquence dépassant un seuil fixé.

Automatisation

Selon le mode de fonctionnement lancé par l'utilisateur, le script d'automatisation, écoutant le serveur sur un socket netcat lance ou stoppe les scripts nécessaires afin de répondre à la fonctionnalité correspondante ; ce qui donne un fonctionnement automatisé.

Description des dessins

[10] La figure 1 représente l'architecture matérielle initiale du système

[11] La figure 2 représente l'architecture logicielle globale du système

Dessins

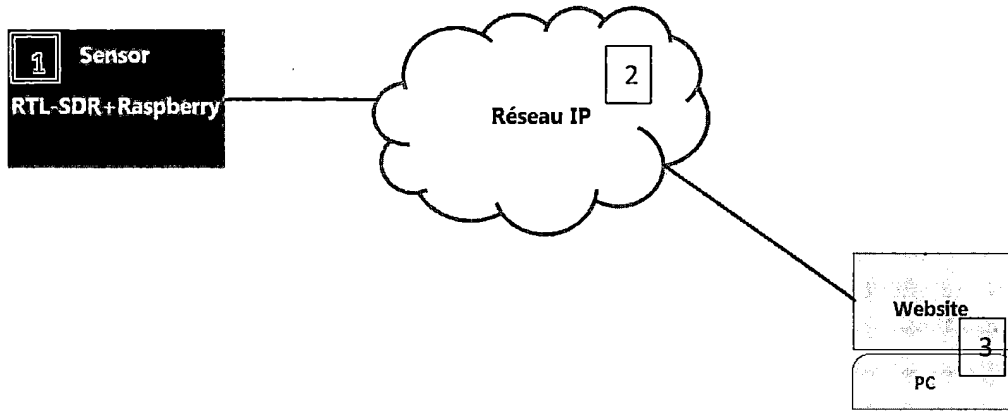


Figure 1

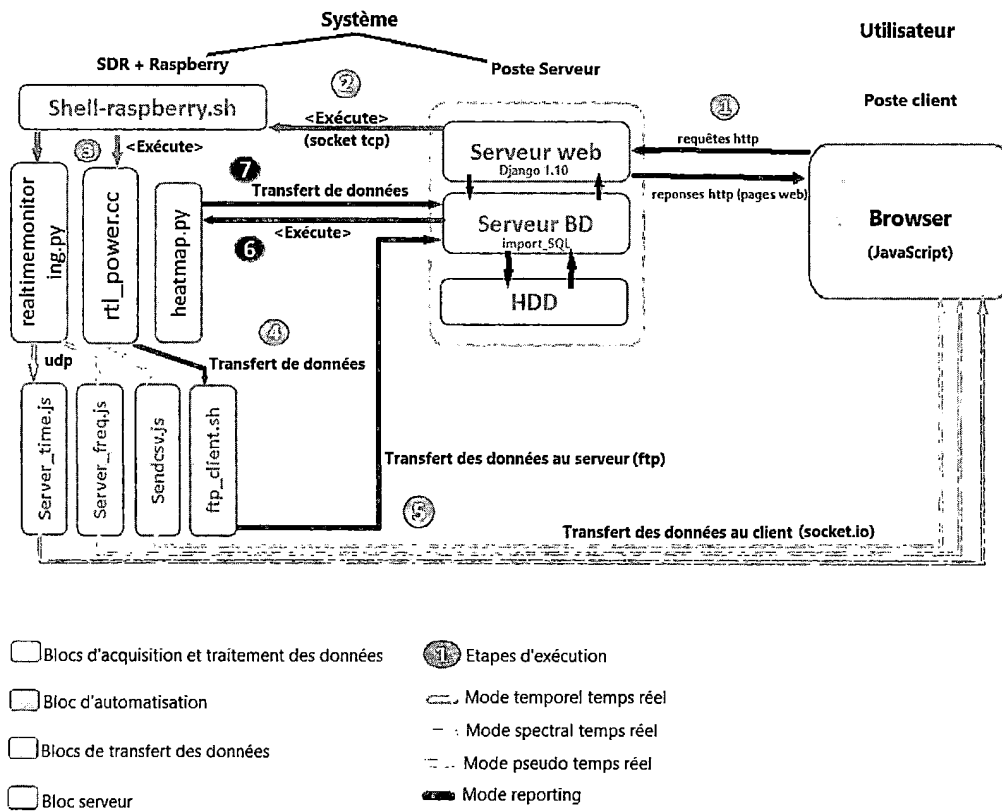


Figure 2



**RAPPORT DE RECHERCHE
AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE**
(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la
protection de la propriété industrielle telle que modifiée et
complétée par la loi 23-13)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 41225	Date de dépôt : 28/09/2017
Déposant : Université Internationale de RABAT	
Intitulé de l'invention : Système de monitoring du spectre radiofréquence	
Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.	
Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com , et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité <input type="checkbox"/> Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés	
Partie 2 : Rapport de recherche	
Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 4 : Remarques de clarté <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications dont aucune recherche significative n'a pu être effectuée <input type="checkbox"/> Cadre 7 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: BAMI MOHAMMED	Date d'établissement du rapport : 05/04/2018
Téléphone: 212 5 22 58 64 14/00	

Partie 1 : Considérations générales

Cadre 1 : base du présent rapport

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
5 Pages
- Revendications
1-4
- Planches de dessin
1 Page

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : G01R13/00

Bases de données électroniques consultées au cours de la recherche :

EPOQUE, Orbit

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
X	Software Defined Radio: How to Use a RTL-SDR and GQRX with a Raspberry Pi 3 https://www.youtube.com/watch?v=G7rMiaFmsUY 15/06/2017	1-4
X	CN105915238A ; NO 63888 TROOPS OF CHINESE PEOPLE'S LIBERATION ARMY ; 31/08/2016	1-4

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« X » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
 -« Y » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
 -« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
 -« P » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
 -« E » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité*Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle*

Nouveauté (N)	Revendications 2-4 Revendications 1	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications aucune Revendications 1-4	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-4 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : Software Defined Radio: How to Use a RTL-SDR and GQRX with a Raspberry Pi 3
<https://www.youtube.com/watch?v=G7rMiaFmsUY>
 15/06/2017

1. Nouveauté (N) :

Le document D1 (voir vidéo) divulgue un système de monitoring du spectre radiofréquence qui comprend :

Un équipement radio logiciel RTL-SDR ;

Une carte Raspberry Pi ;

Un poste client pour se connecter au système et sur lequel seront affichées les données un fois traitées.

L'objet de la revendication 1 n'est donc pas nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13.

L'objet des revendications 2-4 est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13.

2. Activité inventive (AI) :

Le document D1 est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 2 et divulgue :

un système de monitoring du spectre radiofréquence qui comprend :

Un équipement radio logiciel RTL-SDR

Une carte Raspberry Pi

Un poste client pour se connecter au système et sur lequel seront affichées les données un fois traitées.

Un module d'acquisition des données et traitement de signal (implicite)

Un module de transfert des données (implicite)

Un module d'automatisation des processus (implicite).

Un module base de données (implicite)

L'objet de la revendication 2 diffère de D1 en ce que le système comprend un module serveur web.

Le problème objectif que la présente demande se propose de résoudre peut donc être considéré comme : Accéder à distance au système de monitoring du spectre radiofréquence.

La solution proposée est une pratique habituelle que l'homme du métier aurait adoptée pour

résoudre le problème posé sans faire preuve d'esprit inventif.

L'objet de la revendication 2 n'implique pas une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13

L'objet des revendications 3-4 ne contient aucune caractéristique technique qui, en combinaison avec la revendication 1, implique une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17/97 telle que modifiée et complétée par la loi 23/13.

3. Possibilité d'application industrielle (PAI) :

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible